


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

A stylized globe with green landmasses and blue oceans, centered on the Atlantic. The words 'GIS day' are written in a light blue, handwritten-style font across the globe. The globe is surrounded by several light blue, hand-drawn lines radiating outwards, resembling sunbeams or a starburst.

# ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов  
УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования  
Международного Дня ГИС 2015**

Минск, 18 ноября 2015 г.

Ответственный редактор  
Д.М. Курлович

МИНСК  
2015

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д.М. Курлович (отв. редактор),  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Клебанович,  
доктор географических наук, профессор Ю.М. Обуховский,  
кандидат географических наук, доцент Н.В. Ковальчик,  
кандидат географических наук, доцент А.А. Карпиченко,  
кандидат географических наук Л.И. Смыкович,  
Н.В. Жуковская, О.М. Ковалевская, С.Н. Прокопович.

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А.А. Топаз,  
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В.Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015, Минск, 18 ноябр. 2015 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2015. – 114 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2015  
ÓКоллектив авторов, 2015

# **МУЛЬТИКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ГИС-АНАЛИЗ ДЛЯ ВЫБОРА МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Д.В. Лаппо, А.А. Сазонов, А.А. Стрельченко**

студенты 4-го курса кафедры почвоведения и земельных  
информационных систем географического факультета  
Белорусского государственного университета

**Н.В. Жуковская**

старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных  
информационных систем географического факультета  
Белорусского государственного университета

Потребности человечества в энергии в течение более 200 лет удовлетворяются преимущественно за счет использования ископаемого углеводородного топлива: угля, нефти и природного газа. Однако истощение запасов ископаемого топлива, ухудшающаяся экологическая обстановка и глобальные изменения климата вызывают необходимость поиска новых путей энергообеспечения. Все более актуальным становится вопрос об использовании альтернативных видов энергии таких, как энергия Солнца, ветра и т.д. Самым мощным, экологически чистым, естественным и общедоступным источником энергии на нашей планете является Солнце. Развитие науки и промышленности позволяет сегодня говорить о реальной возможности обеспечения человечества электричеством с помощью преобразования энергии Солнца.

Республика Беларусь собственными природными запасами обеспечивает около 15–18 % своих потребностей в топливно-энергетических ресурсах. Недостающее количество топлива и энергии поставляется из других стран, на что ежегодно расходуются немалые средства. Поэтому чрезвычайно актуальным вопросом является поиск собственных экологически чистых источников энергии.

По количеству световой энергии, поступающей на поверхность, Республика Беларусь находится на одном уровне с Германией, Японией, Канадой, где солнечная энергетика развивается очень активно. На территорию Беларуси за год поступает солнечная энергия величиной около  $3 \cdot 10^{14}$  кВт-часов, что эквивалентно 40 млрд. т условного топлива и превышает нынешнее общее потребление энергоносителей в государстве [1].

Целью настоящего исследования является поиск мест для размещения солнечных электростанций на территории Республики Беларусь с использованием ГИС-моделирования. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выбор приоритетных критериев для ГИС-моделирования; выявление перспективных участков для размещения солнечных электростанций; итоговая оценка выбранных местоположений.

Исходными данными для выполнения проекта служили: векторные данные OpenStreetMap [2], карты Национального атласа Республики Беларусь [3], многолетние значения облачности по метеорологическим станциям Республики Беларусь. В качестве цифровой модели рельефа использовались данные радарной интерферометрической съемки поверхности земного шара SRTM [4]. Разрешение равно трем угловым секундам (~90 м), что отвечает уровню детализации региональных геоморфологических исследований.

Для решения разнообразных задач, связанных с гелиотехникой, необходимо, прежде всего, иметь данные о радиационном режиме территории. Актинометрические наблюдения проводятся на 10 станциях Беларуси. При редкой сети станций зона экстраполяции актинометрических данных в пункты размещения гелиоустановок в большинстве случаев превышает зону их репрезентативности [5].

В работе с целью анализа потенциала использования солнечных электростанций (далее – СЭС) на основе космического снимка SRTM в программе ArcGIS при помощи модуля Area Solar Radiation были построены карты максимального поступления прямой солнечной радиации за год. Поскольку методика анализа разработана только для локального уровня исследований, для обеспечения большей корректности данных территория республики была разбита на зоны с севера на юг по 12'30" по широте.

Так как облачность уменьшает поступление прямой солнечной радиации, для учета ее влияния был использован коэффициент  $k$ , вычисляемый по формуле [6]:

$$k = 1 - a \times n + 0.38 \times n^2 \quad (1),$$

где  $n$  – среднее многолетнее годовое количество общей облачности, определяемое количеством облаков в долях единицы ( $n = 0$  при безоблачном небе,  $n = 1$  при сплошной облачности);  $a$  – коэффициент, зависящий от географической широты местности  $\varphi$ . Таким образом, коэффициент  $k$  был рассчитан для каждой зоны и представлен в табл. 1. В результате расчетов была построена карта поступления прямой солнечной радиации на территорию Республики Беларусь за год (рис. 1).

Табл. 1. Результаты вычисления коэффициента  $k$

Зона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$K$	0,802	0,802	0,803	0,803	0,804	0,804	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,807
Зона	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$K$	0,807	0,808	0,809	0,809	0,809	0,810	0,810	0,810	0,811	0,811	0,812	0,812

Для поиска оптимальных мест для возможного размещения солнечных электростанций были учтены следующие факторы:

- поступление прямой солнечной радиации;
- экспозиция склонов;
- месторасположение ООПТ и историко-культурных ценностей;
- гидрография;

- близость потребителя;
- функциональное использование земель.

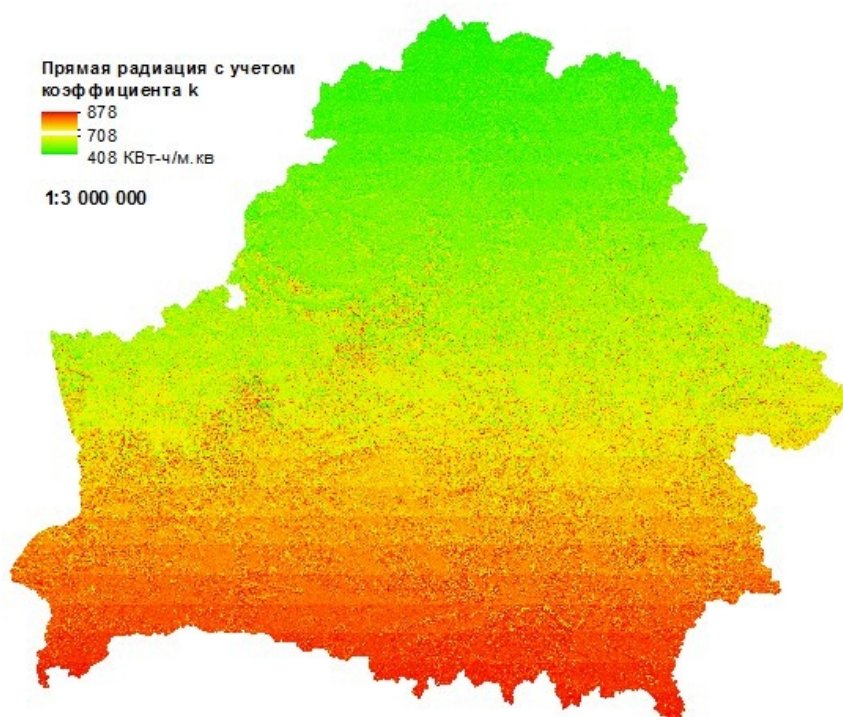


Рис. 1. Поступление прямой солнечной радиации с учетом облачности

На основе данных SRTM была построена карта экспозиции склонов. Для дальнейшего анализа выбраны южные, юго-западные и юго-восточные склоны как наиболее благоприятные для размещения солнечных панелей.

Вокруг границ населенных пунктов районного назначения были построены буферные зоны до 15 км для учета транспортной доступности в целях обслуживания солнечных панелей и минимизации потерь при передаче электроэнергии. Векторные данные, отражающие расположение объектов гидрографии, особо охраняемых природных территорий и историко-культурных ценностей конвертированы в растры.

С помощью калькулятора растра исходный GRID, отражающий поступление прямой солнечной радиации с учетом облачности, был последовательно перемножен на растр экспозиции склонов, гидрографии, ООПТ, историко-культурных ценностей и 15-ти километровых буферных зон вокруг районных центров.

Итогом работы стала карта (рис. 2), отображающая участки, наиболее подходящие для строительства СЭС, которые в последующем были разделены на интервалы в зависимости от величины поступления прямой солнечной радиации за год.

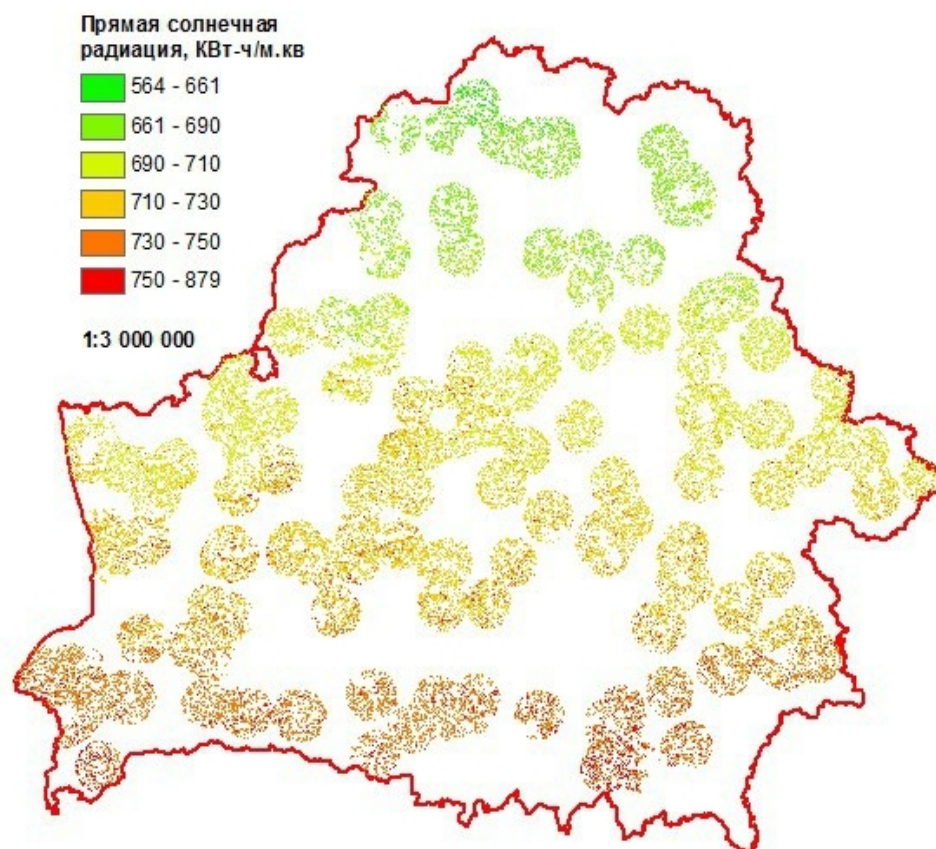


Рис. 2. Участки, наиболее подходящие для строительства СЭС

В качестве оптимальных местоположений для возможного размещения солнечных электростанций были выбраны два участка: на востоке близ д. Богутичи Ельского района Гомельской области; на юг от д. Болота Кобринского района Брестской области, характеризующиеся максимальным поступлением прямой солнечной радиации и отвечающие указанным выше критериям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гременок, В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007. – 222 с.
2. Данные OSM в формате shape-файлов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>.
3. Нацыянальны атлас Беларусі [Карты] / складзены і падрыхтаваны да друку Рэспубліканскім унітарным прадпрыемствам "Белкартаграфія" ў 2000—2002 гг.; галоўная рэдкалегія: М. У. Мясніковіч (старшыня) [і інш.]. - Мінск : Белкартаграфія, 2002. - 1 атлас (292 с.)
4. SRTM 90 m Digital Elevation Data [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://srtm.csi.cgiar.org/Index.asp>.
5. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России / О. С. Попель [и др.]. – Москва: ОИВТ РАН, 2010. – 84 с.
6. Староконь, И.В. Методика оценки воздействия солнечного излучения на температурное состояние морских стационарных платформ / И.В. Староконь // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2014. – №2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/116-r12713>.